

Abstract of ES 2107954 (A1)

Translate this text

Equipment and method for remote determination of wind and dispersal conditions based on the study of the movement of continuous emissions with respect to two or more cameras and comprising the following stages: a) calibration of standard photographic lenses by comparing tachymetric and photographic angular distances, b) use of projection schemes that use digitizing tablets, slide projectors and a computer for digitizing the relative position of the plume with respect to the principal axes of the image and c) use of a graphical correlation technique based on the superimposition or inter- comparison of consecutive plumes.

Data supplied from the **espacenet** database — Worldwide

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 107 954**

21 Número de solicitud: **9500686**

51 Int. Cl.⁶: **G01W 1/02**

G01P 5/22

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **06.04.95**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.97**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud: **01.12.97**

71 Solicitante/s: **Juan Luís Iardía Garmendia
C/ Luís Briñas, 9
48013 Bilbao, Vizcaya, ES
Gotzon Gangoiti Bengoa,
Lucio Alonso Alonso,
Cristina Gutiérrez-Cañas Mateo y
María Amaya Albizuri Churruca**

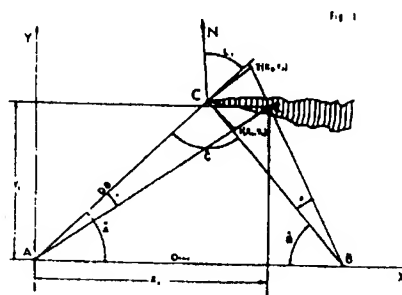
72 Inventor/es: **Iardía Garmendia, Juan Luís
Gangoiti Bengoa, Gotzon
Alonso Alonso, Lucio
Gutiérrez-Cañas Mateo, Cristina y
Albizuri Churruca, María Amaya**

74 Agente: **Urizar Anasagasti, Jesús María**

54 Título: **Equipo y método para detección remota de viento y condiciones de dispersión.**

57 Resumen:

Equipo y método para la determinación remota de viento y condiciones de dispersión porque se fundamenta en el estudio del movimiento de emisiones continuas respecto a dos o más cámaras y comprende las etapas siguientes: a) calibración de objetivos fotográficos de tipo estándar mediante comparación de distancias angulares taquimétricas y fotográficas, b) utilización de esquemas de proyección que utilizan tableros de digitalización, proyectores de diapositivas y un computador para digitalizar la posición relativa del penacho respecto a los ejes principales de la imagen y c) utilización de una técnica de correlación gráfica basada en la superposición o intercomparación de penachos consecutivos.



ES 2 107 954 A1

DESCRIPCION

Equipo y método para detección remota de viento y condiciones de dispersión.

La presente invención se refiere a un método de teleanemometría destinado a la determinación del vector viento a partir del movimiento de emisiones continuas generadas por un trazador de oportunidad, o introducido expresamente por el experimentador. Para la puesta a punto de la técnica se han utilizado cámaras estándar, fotografiando simultánea y secuencialmente penachos de humo generados artificialmente mediante candelas de señales y de ocultación. El método que constituye el objeto de reivindicación de esta patente, se compone de varias etapas y su fundamento descansa en el método cálculo de la velocidad y dirección de viento, que se apoya en una correlación multipunto de las envolventes del penacho entre imágenes consecutivas. De esta forma se calculan los desplazamientos angulares aparentes desde cada uno de los puestos de observación. A continuación se realiza la recomposición estereométrica y se calcula la dirección y velocidad de desplazamiento del penacho, o lo que es lo mismo, la dirección y velocidad del viento.

La fotografía se ha empleado con mucha frecuencia y desde épocas tempranas en estudios de dispersión de contaminantes, utilizando aerosoles de humo como trazadores del movimiento atmosférico. Se sabe que no hay excesivas diferencias en el transporte y difusión turbulenta de gases y aerosoles si el tamaño de partícula en éstos es inferior a $5 \mu\text{m}$. Este es el tamaño máximo de partículas que se considera puede flotar en la atmósfera, como consecuencia de la acción turbulenta frente a la gravitatoria, sin una deposición importante dentro de un rango de distancias suficientemente amplio [ROBINSON E. (1960) Atmospheric Tracer Technique Using Aerosols. Documento presentado en la ISA Conference, San Francisco, C.A.]. Por esta razón se han venido utilizando para los distintos estudios de dispersión y de campos de viento, dispositivos pirotécnicos generadores de humos (con un rango típico de tamaño de partícula de $0.5 \mu\text{m}$ a $1 \mu\text{m}$) en forma de candelas atadas a mechas o botes/granadas con diversos dispositivos de ignición.

Las emisiones discontinuas tipo PUFF se han utilizado con mucha profusión en la estimación del vector viento; el desplazamiento relativo del centroide del PUFF, en fotografía secuencial, define los promedios de velocidad y dirección del viento entre dos tomas consecutivas [LEAHEY D.M. y DAVIES M.J.E. (1984) Observations of Plume Rise from Sour Gas Flares. Atmos. Environ. 18,917]. Otros grupos de investigadores han recurrido al empleo de globos marcados como trazadores artificiales para definir el campo de vientos [DePAUL F.T. y C.M.SHEIN (1986) Measurements of Wind Velocities in a Street Canyon. Atmos. Environ. 20,445].

Sin embargo, los penachos continuos, característicos de emisiones industriales y más comúnmente disponibles como trazadores de oportunidad, apenas se han utilizado como estimadores del vector viento. En algunos casos se han utilizado

penachos verticales generados artificialmente mediante cohetes contruidos al efecto o combustión de aceite en condiciones de muy poco viento; el desplazamiento horizontal de la columna de humo, entre dos fotografías consecutivas define el vector viento a una altura determinada [BUROV M.I. ELISEEV V.S. y NOVAKOVSKI B.A. (1969). Stereophotogrammetric Method of Studying Atmospheric Diffusion. Tr. GGO, No. 238. USSR; KOLBIG J. (1965) Die Ermittlung des Windprofils bis 300m über Grund durch photogrammetrische Vermessung von Rauchmarkierungen. Z.F.Meteorol. Bd. 17; PORTELLI R.V. (1972) A Rocket-Smoke-Trail System for Velocity Data Acquisition in the Planetary Boundary Layer. Master Thesis, Univ. of Waterloo, Canadá]. No obstante, la morfología de los penachos reales, emitidos por fuentes puntuales a la atmósfera, raramente presenta una estructura vertical simple; de tal manera que la recomposición tridimensional del penacho no está resuelta hasta la fecha, por la dificultad de selección, en ambas imágenes simultáneas, de puntos estereo correspondientes.

Recientemente se ha dado a conocer una técnica de medida de velocidad de viento con una única cámara de video que mediante el seguimiento de singularidades morfológicas en las envolventes del penacho, posibilita estimaciones de velocidad de viento a la altura de chimenea [ECOPOL (1981) Méthodes et techniques de contrôle de la pollution atmospherique. Inf. Act. Septembre]. La información disponible, en ausencia de datos publicados sobre su metodología de calibración y operación, indica la necesidad de un registro independiente de dirección de viento para correcciones de perspectiva; ya que se utiliza una única cámara y se efectúa el seguimiento visual de las irregularidades del penacho entre dos marcas verticales en la pantalla. Ello limita su aplicación a situaciones donde se pueda instalar una veleta en la proximidad del punto de emisión, además de tener que integrar dos métodos instrumentales con características y respuesta diferente.

El método objeto de esta patente, utiliza exclusivamente técnicas basadas en análisis de imagen para obtener velocidad y dirección de flujo de cualquier penacho o emisión visible, independientemente de su morfología y sin necesidad de otras técnicas instrumentales de apoyo.

La invención consiste en un método de teleanemometría para la medida de la dirección y velocidad de flujo, mediante el desplazamiento angular aparente de un trazador (emisión continua) respecto a dos cámaras orientadas de forma adecuada. El método consta de varias etapas: triangulación previa y emplazamiento de cámaras, adquisición de imágenes, determinación de objetivos, digitalización de imágenes, determinación de desplazamientos angulares aparentes y cálculo de la velocidad y dirección de flujo.

Para la obtención de imágenes pueden utilizarse, por ejemplo, cámaras estándar fotografiando simultánea y secuencialmente penachos de humo. El procesamiento de las imágenes se efectúa mediante un procedimiento de estimación de desplazamientos angulares entre fotografías consecutivas y cálculo de la velocidad y dirección de viento, utilizando equipos convencionales de pro-

ceso automático de datos. La comparación de los resultados de esta técnica con los obtenidos mediante sistemas de medida meteorológicos de alta precisión, demuestra que pueden realizarse estimaciones insesgadas de velocidad y dirección, en un intervalo amplio de velocidades de viento. Pero es en el rango de velocidades de viento bajas, asociadas a condiciones de ventilación restringida, típicas de situaciones episódicas de contaminación y por debajo de la velocidad umbral de anemómetros y veletas convencionales, donde el método reivindicado permite realizar medidas fiables del vector viento, con márgenes de error solo comparables a los de los mejores equipos disponibles en el mercado.

Aparte de la ventaja que supone el poder utilizar equipos convencionales de grabación de imágenes y de cálculo, para medir el vector viento con la precisión y exactitud de las mejoras técnicas disponibles, el empleo de dos cámaras elimina la necesidad de utilizar un sensor independiente de registro de dirección de viento. Adicionalmente, es adecuada para emisiones continuas, de forma y dirección cualquiera, lo que extiende el campo de aplicación de las técnicas de doble cámara que hasta el momento se han venido utilizando para estimaciones de velocidad con emisiones de tipo puff o con configuraciones geométricas especiales. De esta forma el método puede utilizarse para:

- Realizar medidas de viento en experimentos de dispersión a escala real: condiciones de ventilación restringida (bajas velocidades de viento).
- Obtener datos de viento en estratos atmosféricos inaccesibles a registro sistemático mediante sistemas convencionales.
- Obtener datos del movimiento (dirección, velocidad o trayectorias) de cualquier corriente de un trazador de flujo (trazador de oportunidad o expresamente vertido en la corriente) en el interior de un fluido cualquiera: v.g. trayectorias y velocidades de desplazamiento de los penachos de emisarios submarinos.

La técnica puede utilizarse en estudios de microescala, tales como ventilación en naves industriales y turbulencia inducida por estructura, así como en estudios en la mesoescala, como determinación simultánea de velocidad y sobreelevación de penachos de chimeneas altas.

La evaluación de la precisión del sistema en las condiciones de utilización actuales y su extrapolación a mayores distancias entre cámaras y otros ángulos de convergencia de ejes ópticos, ha permitido la elaboración de un criterio objetivo para la elección de puestos, lapsos de tiempo entre imágenes y distancias focales idóneas, dependiendo de la aplicación deseada.

La figura 1 muestra un esquema en planta de la disposición de las cámaras respecto al punto de emisión del trazador de flujo. El esquema corresponde a una aplicación en un caso real. Las cámaras situadas en los puntos A y B apuntan

hacia el punto de emisión (punto C) del trazador. Se han representado también los desplazamientos angulares aparentes α y β del penacho entre imágenes consecutivas y la recomposición geométrica necesaria para el cálculo del desplazamiento real C-R.

La figura 2 muestra un par de imágenes simultáneas desde las posiciones A y B de las cámaras (ver figura 1). El instante de la toma (horaminuto-segundo) aparece grabado en la parte inferior izquierda de la imagen.

La figura 3 muestra un ejemplo de disposición de equipos de procesamiento de imágenes. En este caso se emplean diapositivas que se proyectan sobre un tablero digitalizador (C) conectado a un computador (E). Se utiliza un proyector estándar (A) apoyado sobre una bancada (D) y un espejo intermedio (B). Un programa de digitalización diseñado al efecto, recupera y graba las posiciones relativas de los bordes de los penachos visibles de cada una de las imágenes, con respecto a los correspondientes ejes ópticos de las cámaras.

La figura 4 representa una imagen de la pantalla del computador con 3 penachos consecutivos obtenidos desde un mismo punto, y tal como aparecen después del proceso de digitalización.

A continuación se describen de forma detallada las etapas del método objeto de la patente:

- Triangulación previa y emplazamiento de cámaras. Para la disposición de los puntos de estación de las cámaras con respecto a la zona de emisión de trazadores (zona diana), se debe proceder a la triangulación del área mediante técnicas convencionales. Esta operación se realiza una sola vez, siempre que no se requiera cambiar los emplazamientos de las cámaras.

La elección de puestos se ha de efectuar de modo que el ángulo de convergencia que forman los ejes ópticos de ambas cámaras sea suficiente para generar perspectivas complementarias, con objeto de disminuir los errores de recomposición geométrica (Fig. 1).

La distancia entre la zona diana y las cámaras, que determina el tamaño aparente del penacho y los límites de contraste, se elige para que el tamaño aparente del penacho en la imagen del objetivo que se vaya a utilizar tenga una proporción adecuada, ni excesivamente grande (con lo que se perdería gran parte del penacho no encuadrado) ni excesivamente pequeño (con lo que se perderían detalles finos de estructura, importantes para la correlación gráfica de penachos consecutivos).

- Toma de imágenes. Existe una relación entre el rango de distancias penacho-emisiones, las distancias focales de los objetivos, la incertidumbre inferida en el cálculo por los medios utilizados en el proceso de digitalización y correlación y el lapso de tiempo mínimo entre imágenes consecutivas para que pueda hacerse evidente un desplazamiento angular aparente, apreciable entre tomas. Según las aplicaciones, este lapso de tiempo entre tomas consecutivas puede ser desde unas décimas de segundo hasta varios segundos.

Se garantiza el sincronismo de las imágenes simultáneas, bien mediante contacto por radio entre ambos puestos en operación manual o bien mediante cualquier otro sistema de accionamiento remoto o de temporización. La correspondencia

puede comprobarse también por la grabación de la hora minuto segundo, (figura 2) realizada con dispositivos fechadores, sincronizados, acoplados a las cámaras.

- Calibración de objetivos. Antes de digitalizar las envolventes de los penachos de cada imagen, se debe proceder a calibrar la distancia focal de las cámaras. Los datos suministrados por los fabricantes de objetivos pueden incorporar errores no admisibles para este tipo de aplicación, sobre todo en el caso de objetivos de baja distancia focal. La calibración experimental de las distancias focales de los objetivos se realiza comparando las distancias angulares, medidas con teodolito u otro sistema de posicionamiento geográfico, entre puntos de referencia, de una escena, con las obtenidas mediante el arco tangente del cociente entre las distancias en mm sobre la imagen y la distancia focal, ajustando el valor de esta última hasta obtener idénticos resultados con ambas técnicas (con diferencias medias admisibles del orden de la centésima de grado).

- Digitalización de imágenes. La digitalización y grabación en soporte magnético de las envolventes de los penachos se realiza mediante programas específicos. Las envolventes se utilizarán posteriormente para el cálculo de desplazamientos angulares entre imágenes consecutivas.

- Determinación de desplazamientos angulares. Los desplazamientos angulares aparentes, entre penachos de imágenes consecutivas se calculan mediante un programa de computador que permite la reproducción gráfica de los penachos en la pantalla. Se realiza una correlación gráfica por superposición de estas reproducciones que pueden desplazarse horizontal y verticalmente a voluntad del operador; a continuación se generan dos cursores uno de ellos móvil que se sitúan en el origen de cada uno de los penachos.

La forma óptima de correlación gráfica, se basa en la superposición de penachos consecutivos y su movimiento acimutal y cenital hasta lograr que el aumento de tamaño del penacho posterior con respecto al anterior sea uniforme en toda la extensión del penacho, con lo que se está suponiendo de forma implícita que el proceso de difusión se da con igual velocidad en todo su tamaño aparente. El procedimiento gráfico permite además observar anomalías o errores introducidos en el proceso de digitalización y descartar pares de imágenes de resolución dudosa o redigitalizar penachos con errores claros, antes de pasar a calcular el desplazamiento angular.

El efecto de perspectiva ha de tenerse en cuenta, en la aplicación de este método, si la longitud del penacho que se compara es del mismo orden de magnitud que la distancia entre puestos de estación de cámaras y focos de humo, y si además el plano de la película o detector de imagen, no es paralelo al penacho real. En ambos casos, el ritmo aparente de engrosamiento transversal de las proyecciones no será constante. Por tanto, los penachos excesivamente largos han de segmentarse en tramos, o adoptar previamente distancias mayores en el posicionado de cámaras.

El ritmo real de engrosamiento lateral del penacho puede sufrir también variaciones con la altura, cuando la capa atmosférica atravesada esté

muy estratificada o se den importantes gradientes verticales de velocidad. La estimación del desplazamiento angular, en estos casos, pasa de nuevo por una partición del penacho en tramos, con tratamiento individualizado de las diferentes secciones. Este problema puede plantearse con más frecuencia en penachos calientes procedentes de chimeneas altas, que pueden perforar estratos de espesor suficiente como para que las diferencias de velocidad entre los bordes superior e inferior, así como las de condiciones de estabilidad vertical entre ambos extremos, sean notables.

No hay errores sistemáticos en esta técnica. La correlación gráfica de 3 penachos consecutivos (figura 4), permite la confirmación de la existencia de posibles anomalías en el engrosamiento transversal de proyecciones, además de la compensación de las eventuales diferencias en la cadencia de toma de imágenes. No obstante, un número mayor de penachos a comparar sobre la misma pantalla, además de complicar el proceso, puede tener un efecto secundario de sobrecompensación que incluso podría afectar, en su caso, a transitorios reales de velocidad.

- Cálculo de la velocidad y dirección de viento. A partir de los desplazamientos angulares aparentes (a y b) estimados para cada uno de los pares de imágenes, y con los datos básicos de la triangulación previa, se calculan las componentes del desplazamiento del penacho, según planos de proyección perpendiculares a los ejes ópticos de ambas cámaras y que pasan por el punto (C) origen del penacho (Figura 1). Distancias C-1, desde A, y C-2 desde B.

Datos:

D. Distancia entre estaciones de cámaras (distancia base).

\hat{A} . Ángulo triangulación en el punto A.

\hat{B} . Ángulo triangulación en B.

L_1 . Ángulo de posicionado del eje óptico de la cámara A respecto al Norte geográfico.

a. Ángulo acimutal de desplazamiento aparente del penacho en cámara A.

β . Ángulo acimutal de desplazamiento aparente del penacho en cámara B.

V. Velocidad del viento, como distancia C'-R dividida por el lapso de tiempo entre fotos sucesivas (ms^{-1}).

DIR. Dirección de viento ().

- Cálculo de la distancia entre A y la torre (D_0):

$$D_0 = D \sin \hat{B} [\sin(180 - (A + B))]^{-1}.$$

- Cálculo de las coordenadas de la torre (X_c , Y_c):

$$X_c = D_0 \cos \hat{A}$$

$$Y_c = D_0 \sin \hat{A}$$

- Cálculo de la posición del punto 1 (X_1, Y_1):

$$X_1 = D_8 [\text{sen} \hat{A} (\text{tg}(\hat{A}-a) + (\text{tg} \hat{A})^{-1})]^{-1}$$

$$Y_1 = X_1 \text{tg}(\hat{A}-a)$$

- Cálculo de la posición del punto 2 (X_2, Y_2)

$$X_2 = [-D_8 + D \text{tg}(\hat{B} + \beta) \text{sen} \hat{A} + D \cos \hat{A}] [(D/D_8) - \cos \hat{A} + \text{tg}(\hat{B} + \beta) \text{sen} \hat{A}]^{-1}$$

$$Y_2 = (D - X_2) \text{tg}(\hat{B} + \beta)$$

Estos desplazamientos aparentes C-1 y C-2 se re proyectan mediante trazado de visuales desde A y B para obtener el vector desplazamiento real del penacho:

- Cálculo de la posición real del extremo del vector (X_R, Y_R):

$$X_R = D X_1 Y_2 [X_1 Y_2 - Y_1 (X_2 - D)]^{-1}$$

$$Y_R = X_R Y_1 X_1$$

- Velocidad de viento:

$$V = 0.5 [(X_c - X_R)^2 + (Y_c - Y_R)^2]^{1/2}$$

- Dirección del viento:

$$\text{DIR} = 180 - [L_1 - (A - \arctg((X_R - X_c)/(Y_R - Y_c)))].$$

El método objeto de esta patente se ha probado mediante una serie de experimentos de campo, de manera que los datos obtenidos permitieran adicionalmente su calibración. Se expone por tanto este esquema experimental que servirá a modo de ejemplo de utilización de la técnica.

Se instalaron varios dispositivos generadores de humo en los niveles instrumentados de una torre meteorológica de 100 m. de altura y se dispusieron 2 cámaras réflex de 35 mm. apuntando hacia la misma. Se montaron objetivos de 28, 50 y 200 mm. La posición final de las cámaras, puede observarse en la figura 1: la distancia entre cámaras (D) es de 695 m. y las que separan las cámaras A y B de la torre (AC y BC), de 535.8 m y 480.67 m, respectivamente. El ángulo de convergencia de los ejes ópticos sobre la posición de la torre (ángulo \hat{C}) es próximo a 90°. La distancia entre cámaras (D) y entre la torre y las cámaras (D_8 y D_9) se han de elegir en combinación con las distancias focales de los objetivos, para que el tamaño aparente de la imagen sea apreciable. La medida de las distancias sobre el terreno debe realizarse previamente y con la precisión suficiente, lo que implica la utilización de equipos de topografía convencionales. Ambas cámaras apuntan, con el centro de la retícula de sus respectivos visores, hacia un mismo punto de la vertical de la torre. Como resultado, la cámara A se posicionó con un ángulo de elevación de 7.02° y la B con 9.16°; orientación que se ha considerado la idónea para este ejemplo concreto, por disponer de un volumen útil máximo de imagen (figura 2). De haber optado por posiciones horizontales, la base de la torre habría quedado centrada en la imagen, por lo que la mitad inferior de la diapositiva no contendría información relevante. La puesta en estación de las cámaras sobre

los trípodes se realizó mediante niveles independientes y siguiendo operaciones de rutina semejantes a las de un equipo clásico de topografía. Para los medios de toma y procesado de imágenes, así como disposición geométrica de este triángulo base, el lapso de tiempo elegido entre fotos consecutivas fue de 2 segundos y el sincronismo se realizó mediante contacto por radio entre ambos puestos fotográficos.

Se seleccionó un tipo de película lenta (diapositiva color ASA 50) que por su grano fino, mejora los detalles en las ampliaciones. Considerando el desplazamiento aparente del penacho de humo desde ambos puestos fotográficos y para asegurar la parada de imagen con toda nitidez, las velocidades de disparo fueron inferiores a 1/60 s. Se han utilizado cables disparadores acoplados a los motores bobinadores para realizar las secuencias de disparo, eliminando de esta forma las vibraciones típicas del disparo manual y los eventuales cambios de orientación de cámaras que pueden producirse al paso de la película. El sistema motorizado es necesario para este tipo de aplicaciones, en las que se requieren cadencias de disparo rápidas, y además evita posibles desajustes en la orientación de la cámara con el pago manual.

Un proyector estándar de diapositivas (figura 3) proyecta las imágenes sobre un tablero digitalizador conectado a un computador. El tamaño de la imagen y su simetría respecto al punto central (perpendicularidad del haz del proyector y plano del tablero) se controla regulando la orientación y altura del espejo sobre el digitalizador. Los puntos digitalizados de las dos envolventes del penacho se graban en soporte magnético como coordenadas (x, y) respecto a los ejes centrales de la imagen. No se tomaron puntos que estuvieran más próximos que el límite de resolución del tablero digitalizador utilizado. Se puede limitar el número de puntos digitalizados: un mínimo que garantice una operación de correlación adecuada y un máximo limitado, en este caso, por el tamaño del tablero digitalizador utilizado.

Un programa de computador, diseñado al efecto, lee las envolventes, digitalizadas y, grabadas en la operación anterior, para dibujarlas en la pantalla. La correlación gráfica realizada en la misma mediante superposición de envolventes, que pueden desplazarse voluntariamente a demanda del operador, da como resultado la medida del corrimiento angular de la traza de humo. Este corrimiento o desplazamiento acimutal aparente se ha de medir entre penachos consecutivos de ambos puestos fotográficos (figura 4). El desplazamiento real se recompone siguiendo el esquema de la figura 1, del que se deducirá la dirección de dicho movimiento y su velocidad (dirección y velocidad de la traza de humo), según los cálculos expuestos en la descripción detallada del procedimiento.

Todo lo anteriormente descrito será también de aplicación si en lugar de cámaras fotográficas se emplean videocámaras para obtención de imágenes visibles o infrarrojas y cuyo fundamento para el cálculo del desplazamiento aparente del penacho y su posterior recomposición estereométrica esté basado en esquemas de correlación similares a los planteados anteriormente.

REIVINDICACIONES

1. Equipo y método para la determinación remota de viento y condiciones de dispersión **caracterizado** porque se fundamenta en el estudio del movimiento de emisiones continuas respecto a dos o más cámaras y comprende las etapas siguientes:

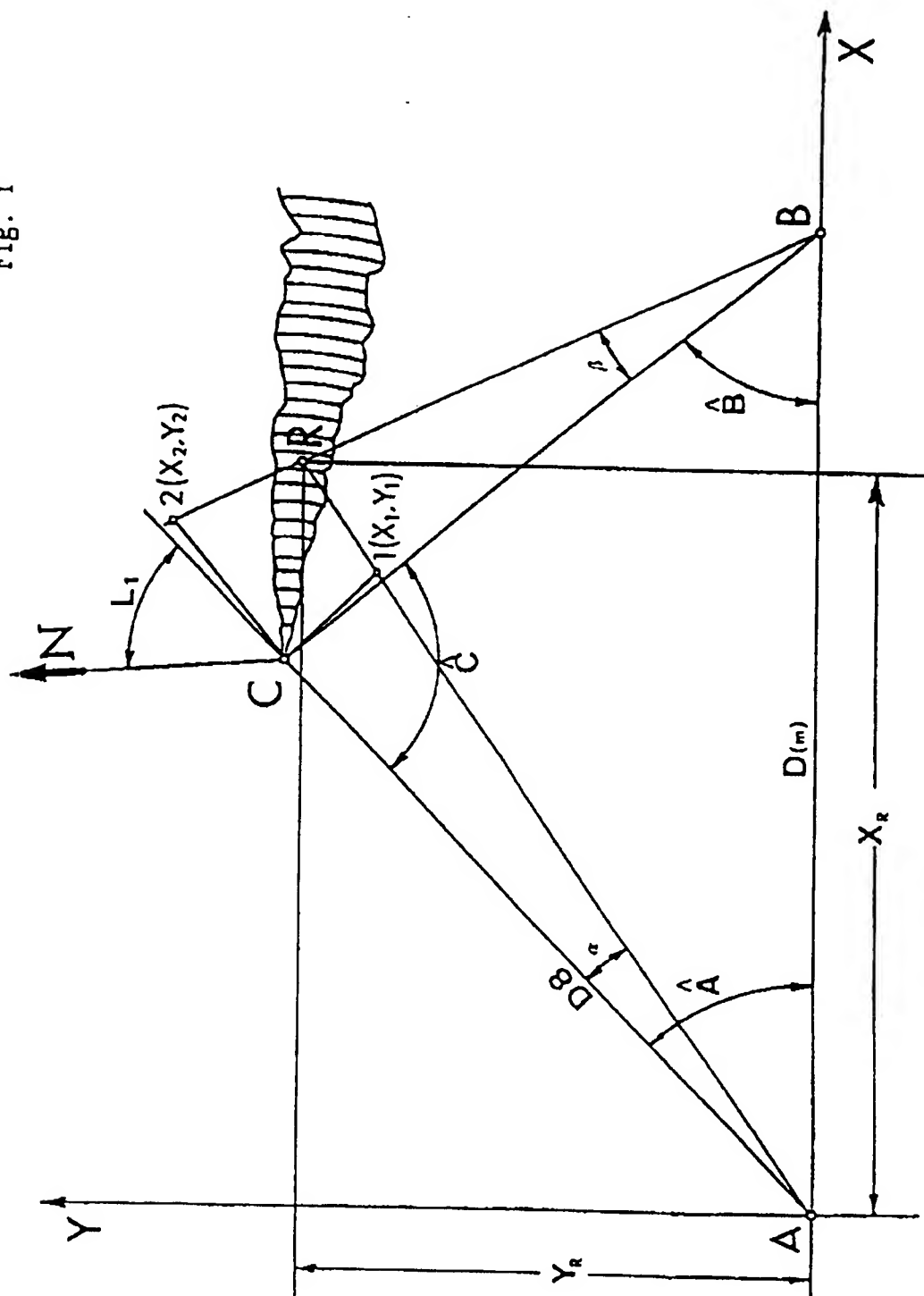
- a) calibración de objetivos fotográficos de tipo estándar mediante comparación de distancias angulares taquimétricas y fotográficas, con el fin de encontrar una función calibrada de distancia focal en todo el campo visual.
- b) utilización de esquemas de proyección que utilizan tableros de digitalización, proyectores de diapositivas y un computador para digitalizar la posición relativa del penacho respecto a los ejes principales de la imagen.
- c) utilización de una técnica de correlación gráfica basada en la superposición o in-

tercomparación de penachos consecutivos, bien de forma conjunta o mediante discretización en tramos, para el cálculo del desplazamiento aparente.

2. Método, según la reivindicación primera, **caracterizado** porque la correlación analítica se basa en esquemas matriciales, bien del conjunto de puntos de las envolventes del penacho, bien del área situada entre envolventes que comparen imágenes de penachos consecutivos mediante utilización de las citadas matrices.

3. Método, según la reivindicación primera y segunda, **caracterizado** porque emplea videocámaras en lugar de o como complemento a las cámaras fotográficas, para obtención de imágenes visibles o infrarrojas y cuyo fundamento para el cálculo del desplazamiento aparente del penacho y su posterior recomposición estereométrica esté basado en esquemas de correlación similares a los planteados en las reivindicaciones anteriores.

Fig. 1



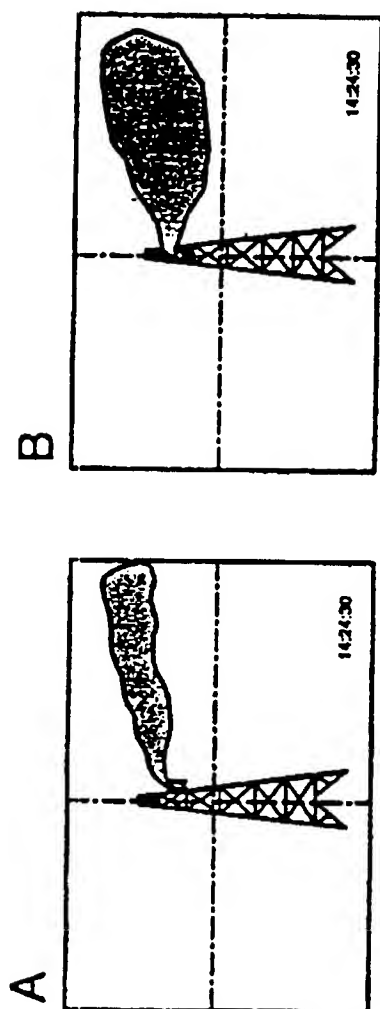


Fig. 2

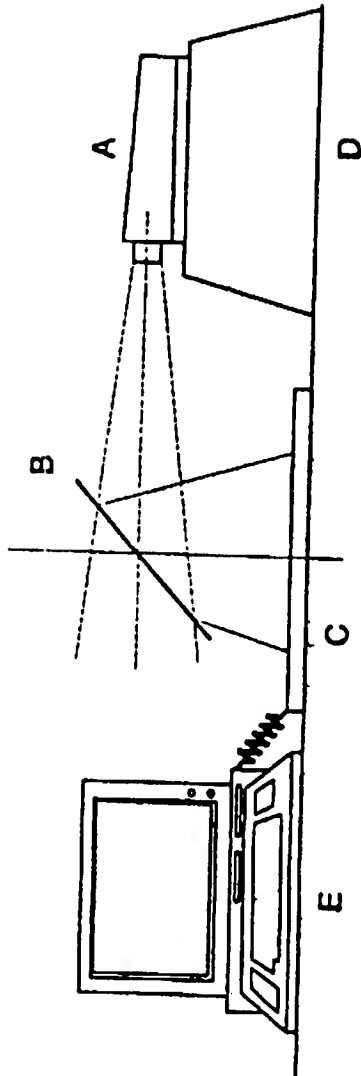


Fig. 3



OFICINA ESPAÑOLA
DE PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA

- ⑪ ES 2 107 954
⑫ N.º solicitud: 9500686
⑬ Fecha de presentación de la solicitud: 06.04.95
⑭ Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TÉCNICA

⑮ Int. Cl.⁶: G01W 1/02, G01P 5/22

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
A	US-5249238-A (NARAYANAN M. KOMERATH et al.) 28.09.93 * Columna 6, líneas 63-67; columna 7, líneas 21-46; columna 7, línea 64 - columna 8, línea 33; columna 9, líneas 36-49; columna 13, líneas 2-5 *	1-3
A	WO-9319376-A (ELECTRICITE DE FRANCE-SERVICE NATIONAL et al.) 30.09.93 * Página 3, línea 7 - página 4, línea 16; página 5, línea 33 - página 6, línea 2; página 10, líneas 11-19 *	1-3
A	DE-4200309-A (SEILER, GERHARD ARNOLD, DR.) 15.07.93 * Resumen; figura 1 *	1-3
A	FR-2670293-A (ETAT FRANCAIS) 12.06.92 * Página 1, línea 20 - página 2, línea 17; página 4, líneas 6-24; figura 8 *	1
Categoría de los documentos citados X: de particular relevancia Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría A: refleja el estado de la técnica O: referido a divulgación no escrita P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud		
El presente informe ha sido realizado <input checked="" type="checkbox"/> para todas las reivindicaciones <input type="checkbox"/> para las reivindicaciones nº:		
Fecha de realización del informe 31.10.97	Examinador F. Díaz Suero	Página 1/1